

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-215801

(43)Date of publication of application : 27.08.1996

(51)Int.Cl. B22D 11/06  
B22D 11/06

(21)Application number : 07-029546

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 17.02.1995

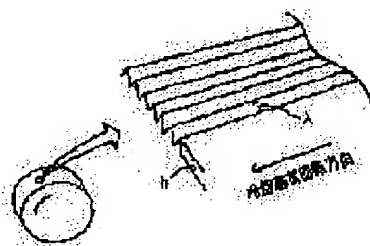
(72)Inventor : SAKAMOTO HIROAKI  
YAMADA TOSHIO

## (54) QUENCHED THIN METALLIC STRIP AND PRODUCING APPARATUS THEREOF

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a quenched thin metallic strip reduced in air pocket and excellent in magnetic characteristic and occupying vol. rate by periodically forming the specific shapes of recessed part and projecting part on the surface of a cooling base plate for quenching molten alloy.

CONSTITUTION: In a producing apparatus of the quenched thin metallic strip, on the surface of the cooling base plate in contact with the molten metal, the continuous recessed parts or projecting parts having  $\geq 100 \mu\text{m}$  length in the rotating direction of the cooling base plate are formed alternately and periodically in the rotating axial direction. The molten metal is spouted on the cooling base plate to produce the quenched thin metallic strip. By this method, at least on one side surface of the thin metallic strip, the continuous recessed parts or projecting parts having a length of  $\geq 100 \mu\text{m}$  in parallel to the longitudinal direction are formed. These recessed parts or projecting parts are alternately and periodically arranged to the width direction of the thin strip. Further, the range of the recessed parts and the projecting parts are made to occupy at least  $\geq 70\%$  on one side surface. Gas entrapped in the molten metal is exhausted through the grooves formed with the recessed parts or the projecting parts before solidifying the molten metal.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.05.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 05.09.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-215801

(43) 公開日 平成8年(1996)8月27日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D 11/06	3 6 0		B 2 2 D 11/06	3 6 0 B
				3 6 0 C
	3 7 0			3 7 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-29546

(22) 出願日 平成7年(1995)2月17日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 坂本 広明

川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社先端技術研究所内

(72) 発明者 山田 利男

川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社先端技術研究所内

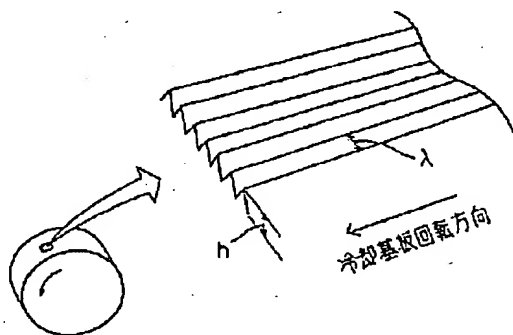
(74) 代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外2名)

(54) 【発明の名称】 急冷金属薄帯およびその製造装置

(57) 【要約】

【目的】 冷却体の表面形状を改善することによって、エアポケットの低減した磁気特性および占積率に優れた急冷金属薄帯、およびその製造装置を提供する。

【構成】 ① 帯状薄帯の少なくとも片側の表面に、薄帯の長手方向に対して平行に長さ  $100\mu\text{m}$  以上の連続した凹部あるいは凸部を有し、凹部と凸部が該薄帯の幅方向に対して交互に周期的に配置され、凹凸部の領域が少なくとも片側の表面において70%以上占めており、さらに薄帯の長手方向に対して平行に長さ  $1\text{mm}$  以上の連続した凹部あるいは凸部を有している急冷金属薄帯。② これらの薄帯を製造するための高速回転する冷却基板が、冷却基板の回転方向に長さ  $100\mu\text{m}$  以上の一本の連続した凹部あるいは凸部を有し、かつ、それらが回転軸方向に対して交互に周期的に配置され、さらに凹凸部の平均周期  $\lambda$  が、 $0 < \lambda \leq 500\mu\text{m}$  であり、隣接する凹凸部の平均波高値  $h$  が、 $0 < h \leq 5\mu\text{m}$  である薄帯製造装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 带状薄帯の少なくとも片側の表面に、薄帯の長手方向に対して平行に長さ  $100\mu\text{m}$  以上の連続した凹部あるいは凸部を有し、それらの凹部あるいは凸部が該薄帯の幅方向に対して交互に周期的に配置され、該凹凸部の領域が少なくとも片側の表面において 70% 以上占めることを特徴とする急冷金属薄帯。

【請求項 2】 薄帯の長手方向に対して平行に長さ 1mm 以上の連続した凹部あるいは凸部を有している請求項 1 に記載の急冷金属薄帯。

【請求項 3】 合金を溶融する装置、溶融合金をノズルから噴出する装置、噴出した溶融合金を冷却するための高速回転する冷却基板、および該冷却基板を研磨する装置を有する急冷金属薄帯の製造装置において、冷却基板の溶湯と接触する面が、冷却基板の回転方向に長さ  $100\mu\text{m}$  以上の一本の連続した凹部あるいは凸部を有し、かつ、それらが回転軸方向に対して交互に周期的に配置されていることを特徴とする急冷金属薄帯製造装置。

【請求項 4】 冷却基板回転軸方向の凹凸部の平均周期  $\lambda$  が、 $0 < \lambda \leq 500\mu\text{m}$  であり、隣接する凹凸部の平均波高値  $h$  が、 $0 < h \leq 5\mu\text{m}$  である請求項 3 に記載の急冷金属薄帯製造装置。

【請求項 5】 冷却基板の回転方向に長さ 1mm 以上の一本の連続した凹部あるいは凸部を有している請求項 3 および 4 に記載の急冷金属薄帯製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、溶融状態の合金を高速回転している冷却基板に噴出して急冷凝固した金属薄帯、およびその製造装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 合金を溶融状態から急冷することによって、連続的に薄帯を製造する方法としては、遠心急冷法、単ロール法、双ロール法、等が知られている。これらの方法は、高速回転する金属製ドラムの内周面または外周面に溶融金属をオリフィス等から噴出させることによって、急速に溶融金属を凝固させて薄帯や線材を製造するものである。さらに、合金組成を適正に選ぶことによって、液体金属に類似した非晶質合金を得ることができ、磁氣的性質、あるいは、機械的性質に優れた材料を製造することができる。

【0003】 これらの非晶質合金薄帯は、冷却基板に接触して、それによる急速放熱によって凝固する。したがって、薄帯の表面形状は冷却基板の表面形状に大きく左右され、この薄帯の表面形状が粗くなると磁気特性が劣化するのみならず、トランス等のコア材としてコイルあるいは積層体にした場合に占積率が低下する等の問題が生じる。そこで、従来から、ロール表面粗度を規定することによって薄帯の表面形状を改善する手法が開発されている。

【0004】 例えば、表面がバフ研磨によってミクロンオーダー以下の凹凸にした冷却体（特開昭 62-166059 号公報）、冷却ロール表面を砥粒ナンバー 600 ~ 1000 番の研磨紙で研磨して得られる粗さにする方法（特開平 4-288952 号公報）、接触面を梨地面にした冷却体（特開昭 56-117868 号公報）、冷却ロール表面に回転方向に対して斜めにスクラッチがある冷却体およびそれによって製造した薄帯（特開昭 60-72648 号公報）、ロール表面にある凹凸部の溝の方向がロール軸方向に平行である装置およびその装置で製造された薄帯（特開昭 58-14917 号公報）、等がある。

【0005】 しかし、単ロール法等で製造した急冷薄帯のロール面側には、通常、ロール表面の凹凸以外にエアポケットと呼ばれるガスの巻込みによって生じる島状の比較的大きな凹部が存在する。このエアポケットは磁気特性を劣化させるのみならず占積率も低下させるが、上記した公知例にはいづれもこのエアポケットに関する記載はない。さらに、薄帯表面および冷却体表面の粗度の規定に関しても、凹凸部の粗さのみの規定であり、エアポケットを低減できるようなものではない。

【0006】 また、特開昭 62-166059 号公報、および特開平 4-288952 号公報では、砥粒研磨紙などを用いて規定された冷却体の表面粗度に仕上げるため、冷却体表面の凹凸部の溝は冷却体の回転方向に一応は伸びているが、エアポケットを低減できるまでには至っていない。特開昭 56-117868 号公報、特開昭 60-72648 号公報、および特開昭 58-14917 号公報では、冷却体表面の凹凸部の溝は冷却体の回転方向に対して傾斜しているかあるいは直角になっている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 以上に示した如く、冷却体の表面形状を規定することによって薄帯の特性向上が試みられてはいるが、薄帯の冷却体に接触する面にエアポケットができるのを抑制できる製造装置、およびそれによって製造した急冷金属薄帯は従来にはなかった。

【0008】 本発明は、冷却体の表面形状を改善することによって、エアポケットの低減した磁気特性および占積率に優れた急冷金属薄帯、およびその製造装置を提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明は、下記の事項をその要旨としている。

(1) 带状薄帯の少なくとも片側の表面に、薄帯の長手方向に対して平行に長さ  $100\mu\text{m}$  以上の連続した凹部あるいは凸部を有し、それらの凹部と凸部が該薄帯の幅方向に対して交互に周期的に配置され、該凹凸部の領域が少なくとも片側の表面において 70% 以上占めるこ

とを特徴とする急冷金属薄帯。

(2) 薄帯の長手方向に対して平行に長さ1mm以上の連続した凹部あるいは凸部を有している前項(1)に記載の急冷金属薄帯。

(3) 合金を溶融する装置、溶融合金をノズルから噴出する装置、噴出した溶融合金を冷却するための高速回転する冷却基板、および該冷却基板を研磨する装置を有する急冷金属薄帯の製造装置において、冷却基板の溶湯と接する面が、冷却基板の回転方向に長さ100 $\mu$ m以上の一本の連続した凹部あるいは凸部を有し、かつ、それらが回転軸方向に対して交互に周期的に配置されていることを特徴とする急冷金属薄帯製造装置。

(4) 冷却基板回転軸方向の凹凸部の平均周期 $\lambda$ が、 $0 < \lambda \leq 500 \mu\text{m}$ であり、隣接する凹凸部の平均波高値 $h$ が、 $0 < h \leq 5 \mu\text{m}$ である前項(3)に記載の急冷金属薄帯製造装置。

(5) 冷却基板の回転方向に長さ1mm以上の一本の連続した凹部あるいは凸部を有している前項(3)および(4)に記載の急冷金属薄帯製造装置。

【0010】以下に、本発明を詳細に説明する。図1には、従来例として、通常の砥粒研磨紙で研磨した場合の冷却基板表面の断面拡大図を示した。図1から分るように、凹部あるいは凸部が整然と所定の長さだけ並んでいる部分は僅かであり、ほとんどの部分は凹部あるいは凸部同士が互いに交差して切り合っており、溝が途中で切れた状態になっている。したがって、 casting中にパドルの上流側から冷却基板と溶湯の間に巻込まれたガスは、溶湯の圧力によって上流側に押し戻されるが、溝が途中で切れているために移動できなくなってしまう。そのため、ガスの一部を巻込んだ状態で凝固してしまい、それがエアポケットとして薄帯に現れる。このエアポケットは、 casting条件にもよるが、大きいもので幅約20 $\mu$ m、長さ約200 $\mu$ mにも達する。

【0011】本発明者らは、種々の検討を重ねた結果、従来採用されていた冷却基板の粗度のみならず凹部あるいは凸部の冷却基板回転方向の長さを新たに規定することによって、エアポケットの発生を低減できることを見出した。

【0012】本発明による冷却基板の一例である表面の断面拡大図を、図2に示す。冷却基板の回転方向に長さ100 $\mu$ m以上の一本の連続した凹部あるいは凸部を有し、かつ、それらが回転軸方向に対して交互に周期的に配置している。図2では、凹凸断面が三角波状である場合を示したが、正弦波状、あるいは、矩形波状等の他の形状も本発明範囲に含まれる。すなわち、冷却基板の回転方向の長さが100 $\mu$ m以上である凹部あるいは凸部を回転軸方向に交互に周期的に配置した領域を設けることによって、一度巻込まれたガスが100 $\mu$ m以上の長さに整然と並んでいる溝を通して溶湯が凝固する前に押し出される結果、エアポケットが低減すると考えられ

る。

【0013】エアポケットをさらに低減させるには凹部あるいは凸部の冷却基板回転方向の長さを1mm以上にする。加工の容易性を考慮すると、この長さを5mm以上にすることが好ましい。このような領域を冷却基板の全周に渡って設けることによって、全長に渡ってエアポケットが低減した薄帯が得られる。

【0014】冷却基板の凹凸部の平均周期 $\lambda$ 、あるいは、隣接する平均波高値 $h$ も冷却された薄帯表面の形状を左右する。 $\lambda = 0$ 、 $h = 0$ は、鏡面状態であり、この状態では冷却基板と溶湯との濡れ性が悪くなって、健全な薄帯を得ることができなかった。 $\lambda > 500 \mu\text{m}$ では、溝の数が少なくなるために巻込まれたガスが押し出される効果が減少する。また、 $h > 5 \mu\text{m}$ では、エアポケットは抑制されるが、冷却された薄帯の凹凸が大きくなって表面形状が悪くなってしまう。したがって、 $0 < \lambda \leq 500 \mu\text{m}$ 、 $0 < h \leq 5 \mu\text{m}$ に限定した。

【0015】本発明の冷却基板表面は、規則的に砥粒を並べた研磨紙を用いるか、あるいは所定の形状に加工した超鋼等の工具鋼を用いて容易に形成できる。用いる材質としては、超鋼のみならず冷却基板よりも硬度が大きいものであれば使用可能である。また、図3に示したように、オンラインで研磨しながら所定の表面状態を維持することも可能である。ただし、図3は、急冷薄帯製造装置の概略図であり、合金を溶融する装置、溶融合金をノズルから噴出する装置、噴出した溶融合金を冷却するための高速回転する冷却基板、冷却基板を研磨する装置から構成される。

【0016】上記した製造装置で冷却された薄帯は、エアポケットが低減されており、薄帯の長手方向に対して平行に長さ100 $\mu$ m以上の連続した凹部あるいは凸部が該薄帯の幅方向に対して交互に周期的に配置し、かつ、該凹凸部が少なくとも片側の表面において70%以上占めるようになる。言い換えれば、エアポケットが少なくとも片側の表面において30%より少なくなる。占積率の点から見れば、該凹凸部が少なくとも片側の表面において80%以上占めるようになることが好ましい。さらに、冷却基板の凹部あるいは凸部の回転方向長さを1mm以上にすることによって、エアポケットがさらに低減し、薄帯の長手方向に対して平行に長さ1mm以上の連続した凹部あるいは凸部を有した薄帯が得られる。

【0017】本発明の冷却基板で冷却した薄帯の冷却基板側表面の凹凸部の周期は、通常、基板の凹凸部の影響を受けて、500 $\mu$ m以下となり、隣接する凹凸部の平均波高値は、5 $\mu$ m以下となる。薄帯の板厚は、公知である単スリットノズル、あるいは多重スリットノズルを用いて10~100 $\mu$ mを越えるものまで製造可能である。板厚が薄い場合には、冷却基板の凹凸は、薄帯の自由面側(冷却基板と接する面と反対側の面)にも影響

し、冷却基板の凹凸に応じた凹凸が現れる。多重スリットノズルを用いて厚い薄帯を製造する場合には、冷却基板の凹凸は、薄帯の自由面側には影響しにくくなる傾向にある。

#### 【0018】

【実施例】以下、本発明を実施例に基づいてさらに説明する。

#### 実施例1

Fe80.5Si6.5B12C1 (at%)の合金を溶解し、2重スリットノズル(幅=0.4mm、長さ=25mm、間隔=1mm)から700rpmで回転している直径580mmのCu製ロールの上に溶湯を噴射して、幅25mm、厚み60 $\mu$ mの急冷薄帯を作製した。

【0019】この際、Cuロール表面を下記の方法で所定の凹凸に加工した。すなわち、まず、通常のエメリ紙による研磨とバフ研磨によって、ロール表面を鏡面に仕上げる。次に、予め工具鋼に凹凸を付けた治具を用いて、治具を押し当てながらロールを回転させてロール表

表 1

試料No.	凹凸部のロール回転方向長さ (連続している部分の長さ)	薄帯表面のエアーポケット率(%) (ロール面側)
比較例	1 30 $\mu$ m	35
	2 70 $\mu$ m	33
本発明例	3 120 $\mu$ m	26
	4 450 $\mu$ m	25
	5 730 $\mu$ m	23
	6 1.2mm	18
	7 3.0mm	16
	8 20mm	13
	9 100mm	13
	10 ロール周囲の1/2長さ	11
	11 ロール全周長さ	12

【0022】表1から分るように、本発明にしたがって、凹凸部のロール回転方向の長さを100 $\mu$ m以上にするによって、エアーポケットの割合を30%より低く抑えた薄帯を得ることが可能になる。さらに、その長さを1mm以上にするによって、エアーポケットの割合を20%以下に抑制した薄帯を得ることができる。

#### 【0023】実施例2

種々の大きさの凹凸を付けた治具を用いて、表2に示した凹凸をロール表面に加工した。凹凸のロール回転方向に連続した長さをロール周囲の1/2長さと一定にした

\*面に所定の大きさの凹凸を付けた。その際、回転距離を変えることによって凹凸部の回転方向に連続している長さを調節した。結果的には、凹凸のロール軸方向の断面形状は三角波的なものになり、凹凸部の平均周期は約40 $\mu$ m、隣接する凹凸部の平均波高値は約0.8 $\mu$ mとなった。

【0020】ロール表面の凹凸部の測定は、レプリカ法でロールの凹凸を樹脂に転写して、その樹脂を粗度計で測ることによって行った。薄帯の表面形状は、粗度計による評価と光学顕微鏡で撮影した写真から求めたロール面側薄帯表面のエアーポケットの割合で評価した。薄帯表面のエアーポケット以外の部分は全て、ロール表面の凹凸部の長さとはほぼ同じ長さの薄帯長手方向に連続した凹凸部があり、かつ、それらが幅方向に対して交互に周期的に配置していた。その測定結果を、表1に示す。

#### 【0021】

【表1】

40 以外は、実施例1と同様に行った。ただし、 $\lambda$ は凹凸部の平均周期、 $h$ は隣接する凹凸部の平均波高値である。薄帯表面のエアーポケット以外の部分は全て、ロール表面の凹凸部の長さとはほぼ同じ長さの薄帯長手方向に連続した凹凸部があり、かつ、それらが幅方向に対して交互に周期的に配置していた。その結果を、表2に併記する。

#### 【0024】

【表2】

試料No.	凹凸部の 平均周期 $\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	隣接する凹凸部の 平均波高値 $h$ ( $\mu\text{m}$ )	薄帯表面のエアポケット率(%) (ロール面側)
12 (比較例)	0	0	不良薄帯となった
13 (本発明例)	12	0.8	13
14 "	40	0.9	11
15 "	105	0.9	14
16 "	255	1.2	16
17 "	360	1.5	21
18 "	480	1.4	24
19 (比較例)	580	1.3	32
20 "	720	1.2	34
21 (本発明例)	35	1.3	12
22 "	50	2.5	15
23 "	68	3.8	21
24 (比較例)	72	5.2	23 (表面凹凸大)
25 "	82	6.5	27 (表面凹凸大)

【0025】表2から分るように、本発明にしたがって、 $0 < \lambda \leq 500 \mu\text{m}$ 、 $0 < h \leq 5 \mu\text{m}$ にすることによってエアポケットの割合を30%より低く抑えた薄帯を製造することができる。ただし、表2の試料No. 24と25では、エアポケットの割合は30%より低くなっているが、表面の凹凸が大きくなって表面形状が悪くなったため、本発明の範囲外とした。

#### 【0026】

【発明の効果】本発明に従って、表面形状を規定した冷却基板を用いて薄帯を製造することによって、薄帯表面の粗度を改善し、エアポケットの発生を低減した薄帯を得ることができる。このようにして得られた薄帯は、トランス等の用途として、巻きコアあるいは積層コアにした場合、占積率が向上するばかりでなく、磁気特性も改善される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】従来の冷却基板の一例である表面の形状を示した断面拡大図である。

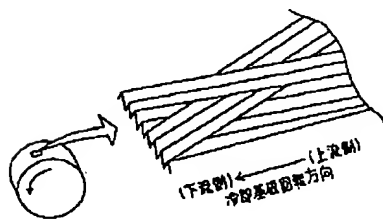
【図2】本発明による冷却基板の一例である表面の形状を示した断面拡大図である。

【図3】急冷薄帯製造装置の概略図である。

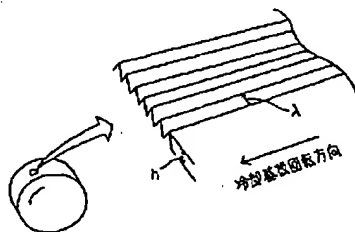
#### 【符号の説明】

- $\lambda$  凹凸部の平均周期
- $h$  隣接する凹凸部の平均波高値
- 1 高周波コイル
- 2 ノズル
- 3 溶湯
- 4 薄帯
- 5 冷却ロール
- 6 研磨器

【図1】



【図2】



【図3】

